

Relâmpagos medidos sobre o sudeste do Brasil

Rosângela Barreto Biasi Gi

Iara Regina Cardoso de Almeida Pinto

Osmar Pinto Junior

Odin Mendes Júnior

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

São José dos Campos - São Paulo

Abstract

On December 13, 1989, a coordinated campaign was conducted in Brazil to study the electrical signatures associated with a large storm system over the south american continent. This study indicates some different aspects of lightning that should be probably related to geographical location and meteorological environment.

1 - Introdução

Estudos sobre relâmpagos a partir de experimentos realizados em regiões do Hemisfério Norte, tais como a América do Norte e a Europa, têm caracterizado os relâmpagos conforme suas condições geográficas e meteorológicas. Quanto às regiões do Hemisfério Sul, essas características ainda não são bem conhecidas. Dessa forma, com o intuito de caracterizar os relâmpagos que ocorrem no sudeste do Brasil realizou-se uma campanha de medidas de relâmpagos na estratosfera e na superfície, denominada *Projeto Nuvens de Tempestade* de cujos resultados são, em parte, apresentados neste trabalho.

2 - Metodologia

Os dados utilizados foram medidas de relâmpagos em associação a dados meteorológicos. Os dados de relâmpagos consistem em medidas obtidas através de um detector a bordo de balão estratosférico e medidas obtidas por um sistema de detecção de solo, denominado LPATS. O sistema LPATS fornece a localização, a polaridade e a intensidade de corrente das descargas de retorno, mas somente para os relâmpagos nuvem-solo. Já o detector estratosférico, que registra campos elétricos característicos de relâmpagos ("sferics"), mede também os relâmpagos intra-nuvem. O balão estratosférico foi lançado em Cachoeira Paulista, São Paulo no dia 13 de dezembro de 1989. Na figura 1 estão representadas a trajetória do balão, através da curva contínua, e a localização das descargas de retorno que ocorreram durante o período de 11 horas do voo do balão, mas a uma distância de 100 km dessa trajetória. Uma descrição mais detalhada dos equipamentos utilizados nesse estudo podem ser encontrados em Gin (1992).

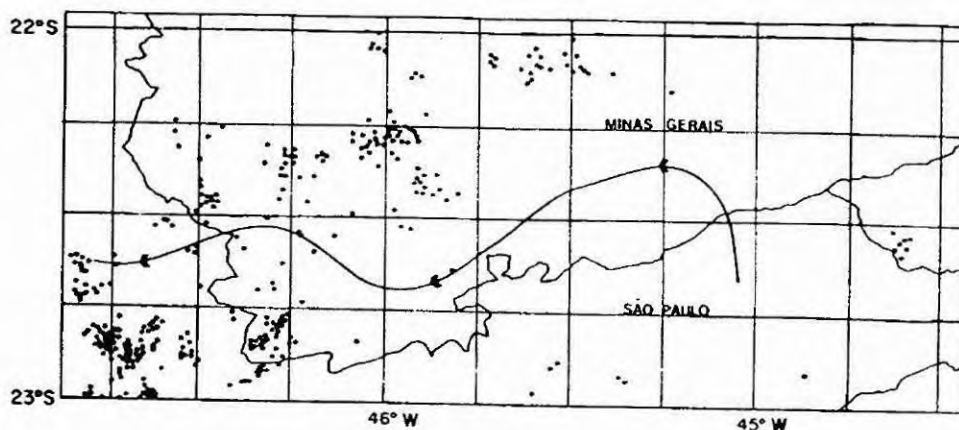


Fig. 1 - Mapa da localização das 326 descargas de retorno dos relâmpagos NS obtidos pelo LPATS entre às 9:20 e 20:30 UT do dia 13 de dez. de 1989. A curva contínua mostra a trajetória do balão na direção da seta.

Os dados meteorológicos consistem de medidas de radiossondagens, bem como de medidas dos radares de São Roque e de Bauru e medidas do satélite GOES-7. As radiossondagens utilizadas foram as de Cachoeira Paulista, São Paulo e Rio de Janeiro. Nas análises, utilizou-se um o raio de ação de 150 km dos radares de São Roque e Bauru, propiciando uma melhor definição das medidas. Esses radares operam no comprimento de onda de 10 cm (banda S) e 5 cm (banda H), respectivamente. Embora o radar de Bauru, para este evento experimental, esteja fora da trajetória do balão, seus dados foram utilizados para confirmar as estruturas de nuvens identificadas pelo radar de São Roque. Quanto ao satélite geoestacionário GOES-7, a resolução espacial utilizada foi de aproximadamente 10 x 20 km².

Neste estudo, identificaram-se as características dos relâmpagos medidos pelo LPATS e dos "sferics", associando-as às condições meteorológicas existentes naquele período. Os principais resultados obtidos são apresentados a seguir.

3 - Resultados

Uma linha de instabilidade formou-se próxima à trajetória do balão, chegando a uma distância menor do que 25 km deste. As nuvens, na maior parte formadas por cumulonimbus, tinham grande extensão vertical com a altura do topo chegando a 17 km de altura. Observou-se também uma extensa área de células convectivas que parecem ser as geradoras dos relâmpagos. Os níveis de refletividade atingidos por essas células eram maiores do que 45 dBZ, que concorda com os dados de Reap (1986). Notou-se também que os relâmpagos não estão localizados nas nuvens com topos mais altos.

Mais de 700 descargas de retorno foram identificadas pelo LPATS numa distância menor que do 300 km da trajetória do balão. Desses relâmpagos, 60 % eram positivos, fato que difere das observações feitas no Hemisfério Norte para esta estação do ano (Takeuti et al., 1978; Brook et al., 1982; Orville et al., 1987). A predominância desses relâmpagos segundo Takagi et al. (1986) baseia-se no cisalhamento vertical do vento, calculado para uma isoterma de -10°C . Neste trabalho, o valor médio de cisalhamento encontrado está bem abaixo do valor de $3\text{ ms}^{-1}\text{km}^{-1}$ esperado por Takagi et al.. Isto parece indicar a existência de outros mecanismos que podem influenciar a predominância dos relâmpagos positivos. Mecanismos tais como a localização geográfica e as condições meteorológicas devem ser considerados.

Quanto à multiplicidade das descargas de retorno, o estudo obteve que a maioria dos relâmpagos positivos e dos negativos tinham apenas uma descarga de retorno. A multiplicidade dos relâmpagos positivos concorda com observações feitas no Hemisfério Norte; o que já não acontece com os relâmpagos negativos, para os quais o número esperado é de 3 descargas de retorno (Volland, 1982).

Através da detecção dos "sferics", mais de uma centena de relâmpagos foram medidos pelo balão. Na sua maioria esses "sferics" eram devidos a relâmpagos intra-nuvens, o que concorda com os dados obtidos em médias e altas latitudes no Hemisfério Norte (Holzworth, 1981; Holzworth e Chui, 1982; Holzworth et al., 1985). A forma do decaimento do sinal ajusta-se em alguns casos através de apenas 1 curva exponencial e em outros de 2 curvas exponenciais. Isso parece ser devido às diferentes condições de propagação entre o relâmpago e a posição do balão.

4 - Conclusão

Além de caracterizar de certa forma os relâmpagos do Hemisfério Sul, os resultados deste trabalho parecem indicar que os relâmpagos observados neste hemisfério têm algumas diferenças dos observados no Hemisfério Norte. No entanto, é importante salientar que o período de dados analisados é de apenas 11 horas. As diferenças apontadas referem-se : (a) à percentagem de ocorrência de relâmpagos positivos e (b) ao número de descargas de retorno dos relâmpagos negativos.

Pretende-se futuramente realizar um estudo mais abrangente, com um período maior de dados de relâmpagos do Hemisfério Sul.

5 - Referências bibliográficas

- Brook, M.; Nakano, M.; Krehbiel, P.; Takeuti, T. The electrical structure of the Hokuriku winter thunderstorms. *Journal of Geophysical Research*, **87**(C2):1207-1215, Feb. 1982.
- Burke, H.K. *Large scale atmospheric electric fields: comparisons with balloon data*. (Ph.D. Thesis) Rice University, Houston, Tex., Nov. 1975.
- Gin, R.B.B. *Estudo coordenado de um sistema de tempestade sobre a América do Sul*. (Dissertação de Mestrado) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São Paulo, SP, abr. 1992.
- Holzworth, R.H. High latitude stratospheric electrical measurements in fair and foul weather under various solar conditions. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, **43**(11):1115-1125, Nov. 1981.
- Holzworth, R.H.; Chiu, Y.T. Sferics in the stratosphere. In: Volland, H., ed. *Handbook of Atmospheric*. Florida, CA, CRC, 1982, v.2.
- Holzworth, R.H. et al. Electrical measurements in the atmosphere and the ionosphere over an active thunderstorm, 2. Direct current electric field and conductivity. *Journal of Geophysical Research*, **90**(A10):9824-9830, Oct. 1985.
- Orville, R.E. et al. Cloud-to-ground lightning flash characteristics from June 1984 through May 1985. *Journal of Geophysical Research*, **92**(D5):5640-5644, May 1987.
- Reap, R.M. Evaluation of the cloud-to-ground lightning data from the western United States for the 1983-84 summer seasons. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, **25**(6):785-799, June 1986.
- Takagi, N.; Takeuti, T.; Nakai, T. On the occurrence of positive ground flashes. *Journal of Geophysical Research*, **91**(D9):9905-9909, Aug. 1986.
- Volland, H. Quasi electrostatic fields within the atmosphere. In: _____, ed. *Handbook of atmospheric*. Florida, CA, CRC, 1982, v.1.